

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-126834
 (43)Date of publication of application : 06.07.1985

(51)Int.Cl. H01L 21/302
 B23K 15/00

(21)Application number : 58-234318
 (22)Date of filing : 14.12.1983

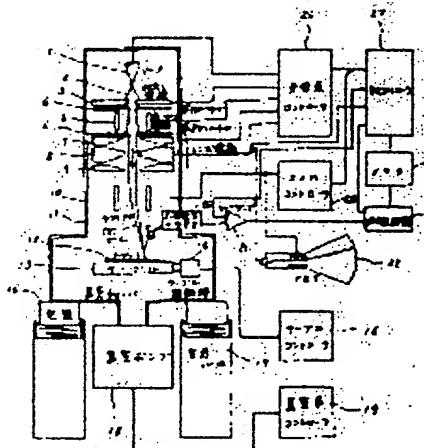
(71)Applicant : HITACHI LTD
 (72)Inventor : SHIMASE AKIRA
 YAMAGUCHI HIROSHI
 KADOOKA HIDESHI
 HARAIKI SATOSHI
 MIYAUCHI TAKEOKI

(54) ION BEAM PROCESSING METHOD AND DEVICE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the irradiation of ion beams, which are irradiated on parts other than a body to be processed, by a method wherein a secondary particle emitted from the target or a current to run on a sample are detected by the detector and the end side of the body to be processed are discriminated under the detected data.

CONSTITUTION: A secondary electron (e) emitted from a target 12 by ion beams 2 is detected by a detector 20 and the detected data are stored in a memory 26 through a processing circuit 25 having a binary circuit and an A/D converter. A central controller 27 discriminates the end side of a material to be processed under the above-mentioned data and when the ion beams 2 came to the end side of the material to be processed, the central controller 27 gives instructions to the controller 24 of the optical system so as to turn the blanking power source to ON or OFF. Moreover, the central controller 27, instructing to an SIM controller 23, controls the defector power source and makes an adjustment of the scanning range perform. As a result, the base of the material to be processed can be prevented from damaging, because the ion beams 2 can be irradiated on only the material to be processed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(2)

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
 ⑪ 公開特許公報 (A) 昭60-126834

⑤ Int.CI.
 H 01 L 21/302
 B 23 K 15/00

識別記号 廈内整理番号
 D-8223-5F
 7727-4E

⑫ 公開 昭和60年(1985)7月6日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全10頁)

⑬ 発明の名称 イオンビーム加工方法およびその装置

⑭ 特願 昭58-234318
 ⑮ 出願 昭58(1983)12月14日

⑯ 発明者 鳩瀬 朗 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑯ 発明者 山口 博司 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑯ 発明者 門岡 英志 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑯ 発明者 原市 聰 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑯ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑯ 代理人 弁理士 福田 幸作 外1名

最終頁に続く

明細書

発明の名称 イオンビーム加工方法およびその装置

特許請求の範囲

1. イオンビームを発生し、それを集束・偏光してターゲットの照射・走査をし、被加工物に所望の加工を施す機能を有するイオンビーム加工装置における加工過程で、上記ターゲットから放出される2次粒子または試料電流を検出し、そのデータに基づいて被加工部の端辺を判別し、被加工部以外へのイオンビーム照射を低減するようイオンビームの制御をするイオンビーム加工方法。

2. 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、被加工部以外へのイオンビーム照射が低減されるよう、被加工部の端辺でイオンビームの走査速度を変化させるようしたイオンビーム加工方法。

3. 特許請求の範囲第1項または第2項記載のものにおいて、被加工部の端辺の検出時と被加工部の加工時とで、イオンビームの走査回数、走査速度またはビーム電流を異なつた値のものとするよ

うにしたイオンビーム加工方法。

4. 特許請求の範囲第1項または第2項記載のものにおいて、被加工部の端辺の検出を行なうときに、2次粒子としての2次電子もしくは2次イオン、または試料電流のうち、1または2以上の組合せを利用するようしたイオンビーム加工方法。

5. イオンビームを発生し、それを集束・偏光してターゲットの照射・走査をし、被加工物に所望の加工を施す機能を有するイオンビーム加工装置において、ターゲットから放出される2次粒子または試料電流を検出する手段と、その検出データを2値化してA/D変換する処理回路と、その処理情報を記憶しておくメモリと、その記憶データを順次に取り込んで画像処理をし、被加工部の端辺を判定し、その判定結果に基づいてイオンビームの制御をする中央コントローラとを設けるように構成したことを特徴とするイオンビーム加工装置。

6. 特許請求の範囲第5項記載のものにおいて、2次粒子または試料電流を検出する手段は、2次

粒子として2次電子もしくは2次イオンの検出手段、または試料電流の検出手段のうち、1または2以上の組合せによるものからなるようにしたイオンビーム加工装置。

7. 特許請求の範囲第5項記載のものにおいて、中央コントローラは、ターゲットの表面情報収集用ビーム走査と加工用ビーム走査とで、イオンビームの走査回数、走査速度またはビーム電流を異なつた値のものとするように制御するようにしたものであるイオンビーム加工装置。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は、イオンビームマイクロ加工に係り、特に被加工部以外に照射するイオンビームを減少させ、被加工部以外に与える損傷を最小にするイオンビーム加工方法およびその装置に関するものである。

〔発明の背景〕

高輝度($\sim 10^6 \text{ A/cm}^2 \text{ sr}$)の液体金属イオン源の提案により、従来不可能であつたサブミクロ

ンに興味したイオンビームが現実のものとなり、その研究開発が活発となつてゐる。サブミクロンのイオンビームによつて開拓される新分野は、イオンビームリソグラフィ、マスクレスドーピング、サブミクロン分析等であるが、サブミクロンの加工が可能となつてマイクロ加工分野とも新しい手段を提供することになつた。

第1図は、従来のイオンビーム加工装置の一例の構成図であつて、ソース(イオン発生器)1に液体金属イオン源を装着したイオンビーム加工装置の概略構成を示した図である。以下、各部の機能について概説する。

装置主要部は、真空ポンプ18で排気している真空チャンバ11内に収納されている。真空ポンプ18には、振動のないイオンポンプ、クライオポンプ、ソーブショーンポンプ等を使用し、真空チャンバ11は、真空系コントローラ19で 10^{-7} ~ 10^{-6} Torrの真空度を維持している。また、サブミクロンの加工を行なう装置のため、床面からの振動を遮断する必要があり、真空チャンバ11

は質量の大きい定盤16上に設置し、それらを空気バネ17で浮上させる。

ソース1に対して引き出し電極3にマイナス電圧を印加してイオンビーム2を引き出し、レンズ電極7、8、9に適当な電圧を印加し、ターゲット12上にイオンビーム2を集束させる。プランギング電極5には高速で電圧を印加してイオンビーム2を偏向させ、第2アーバーチャ6を通過するか否かを切り替えてターゲット12上でのイオンビーム2をオンオフする。

第1アーバーチャ4は、プランギング電極5間に入射するイオンビーム2を制限し、プランギングに必要な印加電圧を下げ、プランギングを高速化させる役割を持つ。また、第2アーバーチャ6は、プランギングアーバーチャとしての役割と同時に、ターゲット12に到達するビーム電流を決定するディファイニングアーバーチャとしての役割を持つ。これらの光学系の制御は光学系コントローラ24で行なう。

また、アフレクタ10でイオンビーム2を偏向

走査させるが、このとき、ターゲット12から放出される2次電子eを2次電子ディテクタ20で検出し、それをヘッドアンプ21で増幅し、その信号でCRT22に輝度変調をかける。これにより、走査電子顕微鏡と同様の機能を持つ走査イオン顕微鏡(Scanning Ion Microscope;以後SIMと呼ぶ。)としてターゲット12の観察が可能である。SIMはSIMコントローラ23でコントロールする。SIMコントローラ23からの信号でプランギング電極5への印加電圧の制御ができるが、プランギング領域は、辺長可変な長方形幅であり、複雑な形状のプランギングはできない。

テーブル13およびその駆動部14はテーブルコントローラ15でコントロールし、ビーム照射部を $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$ のSIM画面内に入れるようビーム照射部の位置情報をメモリしたマイクロコンピュータを装備している。

以上がイオンビームマスクロ加工装置の概略構成であるが、次に、この装置による加工特性について、第2図、第3図のイオンビーム加工過程の

説明図に並つて説明する。

第2図は、一例としてBN基板30(ただし表面に薄くT₃を蒸着してある。)上の円柱状のALバターン26を集束したイオンビーム2で加工した場合の加工進行過程を示したものである。ビーム走査領域32はALバターン31を含む最小の大きさとした。第2図(b)はビームの照射開始時の状態である。走査領域32が正方形のため、その端ではBN基板30上にもイオンビーム2が照射されてしまう。同図(b)は途中まで加工が進んだ状態である。ALバターン31は、外側から加工されていくため、中央にALバターン31が残り、周辺の走査領域ではBN基板30が走査領域32の形状に彫られる。同図(c)では、ALバターン31が除去された最終段階となり、BN基板30に正方形の穴があいた状態となる。

第3図は、別の加工例で、SiO₂33上のAL配線34を切断する過程を示したものである。イオシビーム2の走査領域32は同図(a)のようにAL配線34の巾に設定して加工を開始する。同

図(b)まで加工が進んだ段階では、加工がAL配線34の端から進行するため、走査領域34の端では下地のSiO₂33が露出するが、中央部にはAL配線34が残留している。完全にAL配線34を切断すると、同図(c)のようにSiO₂33を彫り込んだ加工形状となる。

以上のように、イオンビーム加工では、加工対象に沿る加工選択性が小さいことと、被加工部が平坦な下地基板上にある場合には特に被加工部の端での加工が速く進行することにより、下地基板の損傷が避けられない。したがつて、この問題を解決するところがイオンビームマイクロ加工を実用化する上で必須の事項であつた。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、イオンビームマイクロ加工における下地基板の損傷を最小にすることができるイオンビーム加工方法およびその装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

まず、本発明に係るイオンビーム加工方法は、

イオンビームを発生し、それを集束・偏向してターゲットの照射・走査をし、被加工物に所望の加工を施す機能を有するイオンビーム加工装置における加工過程で、上記ターゲットから放出される2次粒子または試料電流を検出し、そのデータに基づいて被加工部の端辺を判別し、被加工部以外へのイオンビーム照射を低減するようイオンビームの制御をするようにしたものである。

また、本発明に係るイオンビーム加工装置は、イオンビームを発生し、それを集束・偏向してターゲットの照射・走査をし、被加工物に所望の加工を施す機能を有するイオンビーム加工装置において、ターゲットから放出される2次粒子または試料電流を検出する手段と、その検出データを2値化してA/D変換する処理回路と、その処理情報とを記憶しておくメモリと、その記憶データを順次に取り込んで画像処理をし、被加工部の端辺を判定し、その判定結果に基づいてイオンビームの制御をする中央コントローラとを設けるように構成したものである。

なお、これらを補足して説明すると次のとおりである。

イオンビーム加工で下地基板に損傷を与える被加工部のみを加工するには、被加工部の存在する領域を把握し、その領域内にビーム照射領域を限定すればよい。イオンビーム加工装置内に電子顕微鏡を装備させた場合には、インプロセスモニタの可能性もあるが、実際には電子顕微鏡によつて検出した被加工部端の情報をイオンビーム加工装置側へ伝達してイオンビームの走査域を決めた場合に生じる位置の不一致を取りきることが困難なために実用的ではない。そこで、加工端の正確な検出には、実際に加工しているイオンビーム照射によって発生する2次電子、2次イオン等の2次粒子を検出するのが望ましい。また、イオンビーム加工では、平坦な下地基板上にある被加工物を加工すると、被加工物の端部の加工速度が中央部に比べて速く、このために被加工物は端から加工され、ビーム照射領域の端部で下地基板が露出しても中央部には被加工物が残っていることが明ら

かとなつた。この問題の解決には、加工時ににおける走査速度、ビーム電流、ビーム集束性等を走査領域の中央部と端部で変化させる方法もあるが、適当な条件を求めて被加工物の変化に対応しきれない。実際の加工時に S I M 画面を観察すると被加工物の残留状態の把握が可能であることが明らかとなつた。そこで、イオンビーム照射で発生する2次粒子を検出して被加工物の残留状態を把握し、その情報からブランкиング電圧のオン・オフを制御し、極力被加工物にのみビームを照射するようにして、被加工物の下地に損傷を与えないようにするものである。

〔発明の実施例〕

以下、本発明に係る方法・装置の実施例を図に基づいて併せて説明する。

まず、第4図は、本発明に係るイオンビーム加工装置の一実施例の構成図である。ここで、25は処理回路、26はメモリ、27は中央コントローラであつて、その他の符号は第1図における同一符号のものと均等のものである。以下、各部を

S I M 画面35の中央において、例えばBN基板上のA4のような被加工物36の観察ができる場合、1本の走査線37で走査して2次電子電流を検出すると、同図(b)のような電流変化が得られる。この段階では、2次電子ディテクタ20Kに引き込む2次電子量、ヘッドアンプ21の増幅率、バックグラウンド電流の差し引き率等を適当に選び、被加工部とそれ以外の部分のコントラストが明確になるように各電圧を調整していく。そこで、適当な所に2値化閾値38を設定した結果、同図(c)のような電圧に変換した情報が得られる。同図(c)でV₂からV₁に電圧が変化する点(△印)が被加工物36にイオンビームがさしかかる点、V₁からV₂に電圧が変化する点(○印)が被加工物36からイオンビームがはずれる点である。そこで、同図(d)のように△印の点でブランкиング電圧をオフし、○印の点でブランкиング電圧をオンすれば、被加工物36にだけビームの照射ができ、被加工物36以外へのビーム照射がなくなつて下地基板への損傷が少ない加工が可能となる。

概説する。

イオンビーム2によってターゲット12から発生した2次電子eを2次電子ディテクタ20で検出する。検出した2次電子eの信号をヘッドアンプ21で増幅し、2値化回路とA/D変換器とを有する処理回路25へ導き、デジタル化した信号(データ)をメモリ26に格納する。

中央コントローラ27では、2次電子eの信号入力時に、ヘッドアンプ21の増幅率を調整すると同時に、処理回路25の2値化閾値を設定する。中央コントローラ27で画像処理をした情報は、CRT22で確認することができる。また、中央コントローラ27で判断した被加工部の端で、ブランкиング電源をオン・オフするように光学系コントローラ24に指示を与える。さらに、S I M コントローラ23に指示して、デフレクタ電源を制御して走査範囲の調整を行なわせる。

第5図は、上記の被加工物の端辺検出の説明図であつて、本実施例における加工時の電気的な作業手順を示したものである。第5図(a)のように、

ここで、第6図、第7図に示す加工中のCRT画面の説明図に従つて、その加工経過を説明する。

実際のX線用マスクの欠陥修正過程を示したのが第6図である。これは、薄く(500Å程度)Taを蒸着したBN基板上にA4パターンを形成したものについて示したものであるが、このパターン中に欠陥が生じた場合、それが次々とウエハーレトアで転写され、その部分がすべて不良となるため、欠陥の除去が不可欠である。その除去過程は以下の通りである。同図(a)は、20μm×20μmの走査範囲でS I M像をとり、それを一度メモリ26に取り込んだのちにCRT22に表示している図である。この像を出している間、イオンビーム2にはブランкиングをかけ、ターゲット12に損傷を与えないようしている。また、最初に欠陥36を画面35に出すには、X線用マスク欠陥検査装置で検査した結果をイオンビーム加工装置のテーブルコントローラ15のマイクロコンピュータへ入力してテーブル13を駆動させ、欠陥位置をイオンビーム2の中心軸に持つていくよう

する。同図(a)の状態の画面35を得たら、画面35内でカーソル線39を動かし、欠陥36を囲む最小の長方形を得るようにする。カーソル線39の位置を中心コントローラ27が検出し、カーソル線39で囲まれ領域をビームの走査範囲とする信号をSIMコントローラ23へ送信してデフレクタ電源を制御させ、1回ビームを走査させて同図(b)の画面を得る。この画面を得た際に第5図の手順でビームプランキング位置を検出し、次に、そこで決定したプランキング境界41内だけを4回走査する。走査速度は、例えば1フレームについて0.5sec程度とすれば、 256×256 点の画面情報の処理が可能である。4回走査後の状態を示したのが同図(c)である。その状態では、走査領域の中央部にAは欠陥36が残り、その周辺に下地のBN基板が露出している。そこで、再度画像をメモリし、中央コントローラ27で残留している欠陥36の端辺を検出し、ビームプランキング境界41を設定し直し、さらに加工を続行する。この方法によつて、数回下地のBN基板上

をビームが走査するが、従来に比べBN基板への損傷が極めて少ない加工を行なう。

また、第7図は、SiO₂上のAl配線42の切断の例を示したものであるが、低倍率のSIM像から次第に倍率を上げ、切断すべきAl配線42が $20\mu m \times 20\mu m$ のビーム走査範囲内に入る所までテーブル13を制御し、ターゲット12を移動させる。次に、同図(a)のように、X線用マスクの欠陥修正の手順と同様にカーソル線39を移動させ、ビーム走査領域を決める。同図(b)の状態で1回ビームを走査し、ターゲット12の表面形状をメモリし、中央コントローラ27で加工端を検出する。ただ、この場合、配線の切断幅を同図(b)の状態の画面35上でライトペンまたはカーソル線を移動させて決定しておく必要がある。その状態から加工を開始するが、Al配線42の切断の場合は、Alのスパンタ率がAlのスパンタ率に比べ低いために加工速度が遅いので、1.0フレームに1回画像をメモリし、ビームプランキング境界41を設定し直して加工を進めば

よい。その過程を示したのが、同図(b), (c), (d)である。前述のX線用マスクと同様に、この加工方法によつて下地基板の損傷を極めて小さくすることができる。

上述の実施例では、ターゲット12から放出される2次電子の信号によつてプランキング領域を決定したが、他の実施例として、ターゲット12からの試料電流を直接ヘッドアンプ21に導き、その信号を処理しても同等の効果が得られる。

その基本構成図を第8図に示す。各構成部分は第4図に示すものと均等であり、信号の処理等も前述の実施例における2次電子検出と同じである。ただ、試料電流をモニタした場合は、2次電子をモニタした場合に比べてターゲット12の表面形状の情報がより平面的になり、対象とするターゲットによつてはより正確な加工端情報を得られる。

以上で説明した2次電子や試料電流を検出する方法・装置はターゲット表面形状の取扱いが比較的大きい場合には有効である。しかし、表面の段差が小さく、さらにターゲット上の物質間で2次電

子放出能の差が小さいような場合には、その他の実施例として2次電子以外に2次イオンを検出してビームプランキング境界を検出するものが有効である。

その基本構成図を第9図に示す。ここで、28はエネルギーフィルタ、29は質量分析器、21Aはヘッドアンプ、25Aは処理回路、26Aはメモリであつて、その他の符号は第4図における同一符号のものと均等のものである。

2次電子検出系は第4図で説明した系路と同様に2次電子像をメモリして中央コントローラ27で処理するものである。

2次イオン検出系は、ターゲット12から放出された2次イオンのエネルギーを一定にするエネルギーフィルタ28と、質量分析計29、ヘッドアンプ21Aと、さらに2次イオンの検出情報を2値化、A/D変換する処理回路25Aおよび2次イオン検出情報用のメモリ26Aなどで構成される。

その動作は、前述の2次電子検出処理系とほぼ

同等である。しかし、2次電子放出能がターゲット12へ入射するビーム電流と同じオーダーであるのに對し、2次イオン放出能は、その最大の物質でもビーム電流の1桁下であり、一般にビーム電流の2桁から4桁下の値である。したがつて、2次イオンの検出量を増すために、本実施例では、9フレームを各フレームごとに0.5mmで走査して加工し、次に1フレームを2mmで走査し、2次イオン像をメモリ・処理する操作を繰り返すようとする。例えば、ターゲット12としてX線用マスクを使用すれば質量分析器29のm/eは197に固定して2次イオン像を得ることができる。

このようにして得られた2次イオン像35を示したのが第10図(a)である。検出した2次イオン量が少ないために判然とした像は得られない。走査線37上での2次イオン検出母も、同図(b)のようにノイズの影響もあり、被加工物の端辺を求めるのは困難である。そこで、同図(b)の2次イオン検出量を各絶縁の前後2検出母ずつの情報を取り込んで平均化すると、同図(c)のように比較的滑らか

対応しきれない事態が生ずる。また、被加工物がレイアウト変更等によつて形状が大きく変化するか、物質自体が別の物に替つた場合には、再度初めから加工条件を決め直す必要があつた。これに對しては、インプロセスの加工モニタ・コントロールが可能となり、それらの問題も解決できるようになる。

[発明の効果]

以上、詳細に説明したように本発明によれば、下地基板の損傷を最小とするイオンビームマイクロ加工が可能となるので、半導体装置製造の歩留向上、品質向上、効率向上に顕著な効果が得られる。

図面の簡単な説明

第1図は、従来のイオンビーム加工装置の一例の構成図、第2図、第3図は、イオンビーム加工過程の説明図、第4図は、本発明に係るイオンビーム加工装置の一実施例の構成図、第5図は、その被加工物の端辺検出の説明図、第6図、第7図は、同加工中のCRT画面の説明図、第8図は、

2次イオン量の情報が得られる。ここで適当な2値化閾値38を決めて2値化すると同図(d)のようになる。その後は、2次電子を検出した場合と同様に、△印の点でブランкиングオフ、○印の点でブランкиングオンし、被加工部以外へのビーム照射を低減し、下地基板への損傷が極めて小さく、实用上問題のない加工が可能となる。

このように、以上の実施例によれば、第1の効果は、被加工部以外へのビーム照射を低減し、下地基板への損傷の小さい高品質な加工が可能になることである。これは、加工中ににおける被加工物の形状変化まで追跡し、それに対応したビームブランкиングをコントロールする機能を持たせたことによるものである。

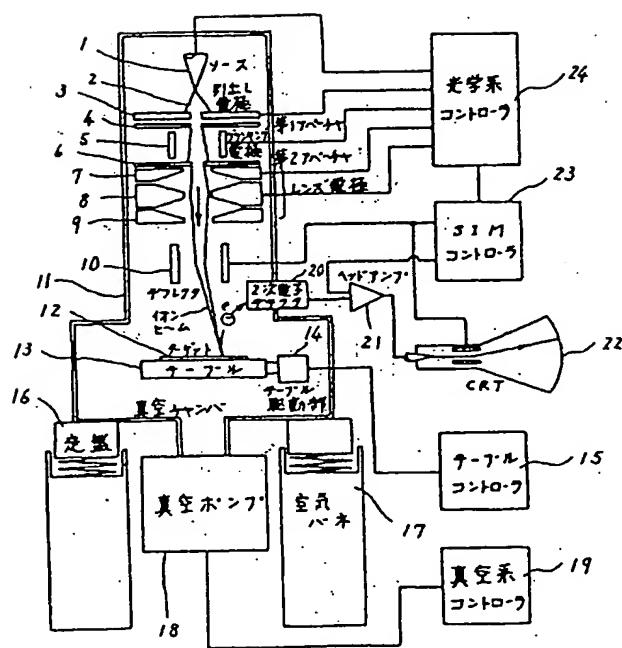
第2の効果は、この機能によつてもたらされるもので、被加工物の形状変化および物質変化に対応することが可能となることである。従来は、対象となる被加工物の加工データを積み上げ、そこから最適の加工条件を決定していた。しかし、そのような従来方法では、被加工物の形状の変動に

本発明に係るイオンビーム加工装置の他の実施例の構成図、第9図は、同じく、その他の実施例の構成図、第10図は、その被加工物の端辺検出の説明図である。

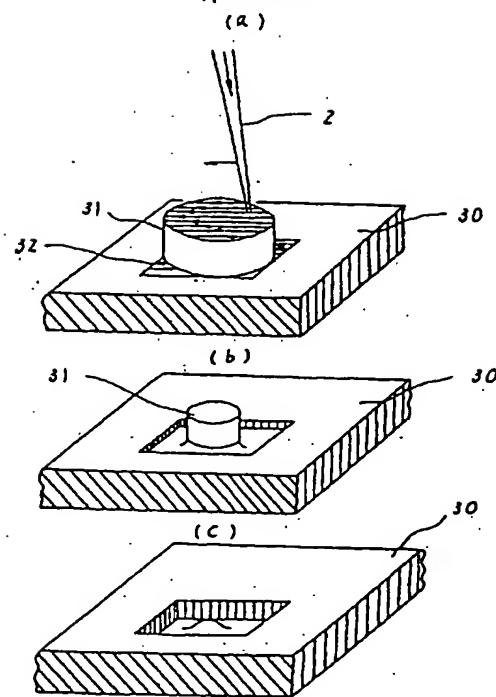
1…ソース、2…イオンビーム、3…引き出し電極、4…第1アバーティヤ、5…ブランкиング電極、6…第2アバーティヤ、7…第1レンズ電極、8…第2レンズ電極、9…第3レンズ電極、10…デフレクタ、11…真空チャンバ、12…ターゲット、13…テーブル、14…テーブル駆動部、15…テーブルコントローラ、16…定盤、17…空気バネ、18…真空ポンプ、19…真空系コントローラ、20…2次電子ディテクタ、21…21A…ヘッドアンプ、22…CRT、23…SIMコントローラ、24…光学系コントローラ、25、25A…処理回路、26、26A…メモリ、27…中央コントローラ、28…エホルギーフィルタ、29…質量分析器、35…CRT画面、36…被加工物、37…走査線、38…2値化閾値、39…カーソル線、40…A/Dバーチャル。

41…プランギング境界、42…A-L配線。
 代理人弁理士 福田幸作
 著者同上
 (ほか1名)

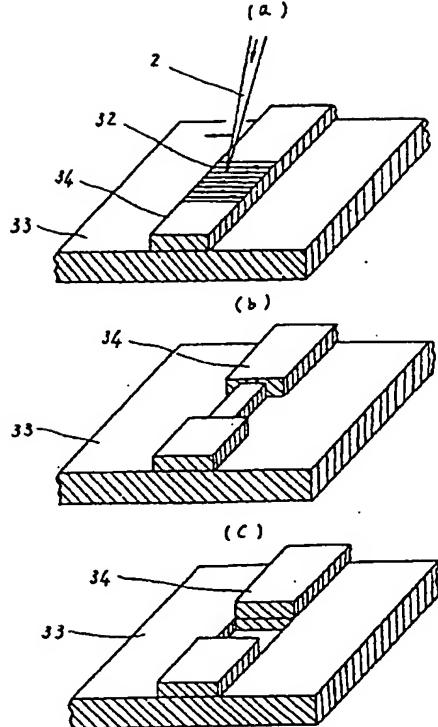
第1図



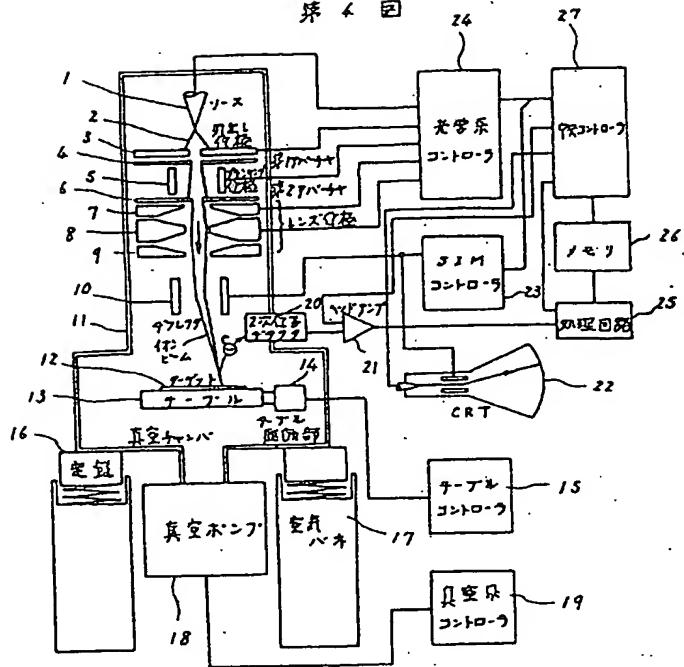
第2図



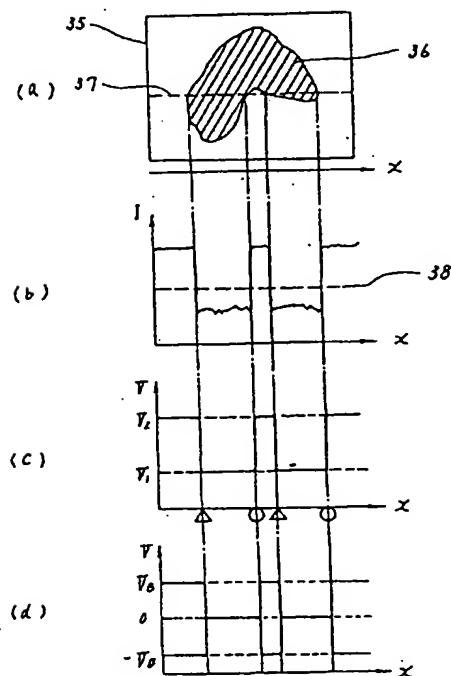
第3回



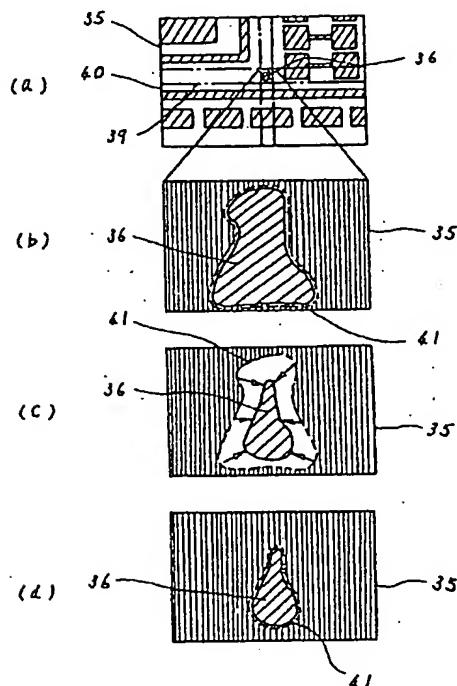
卷之四



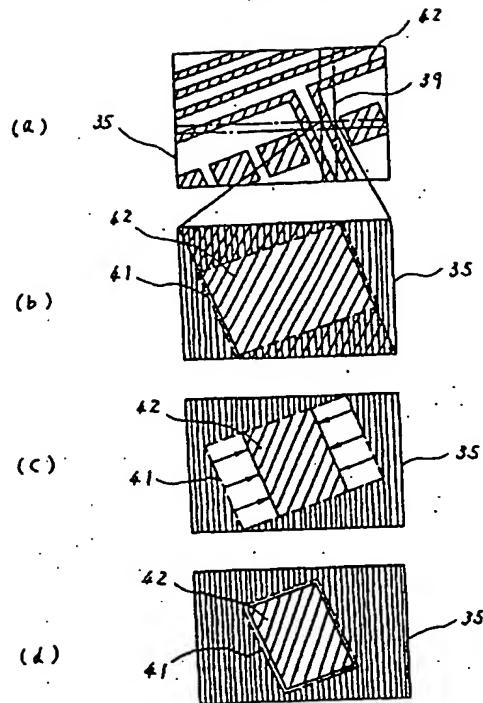
第 5 回



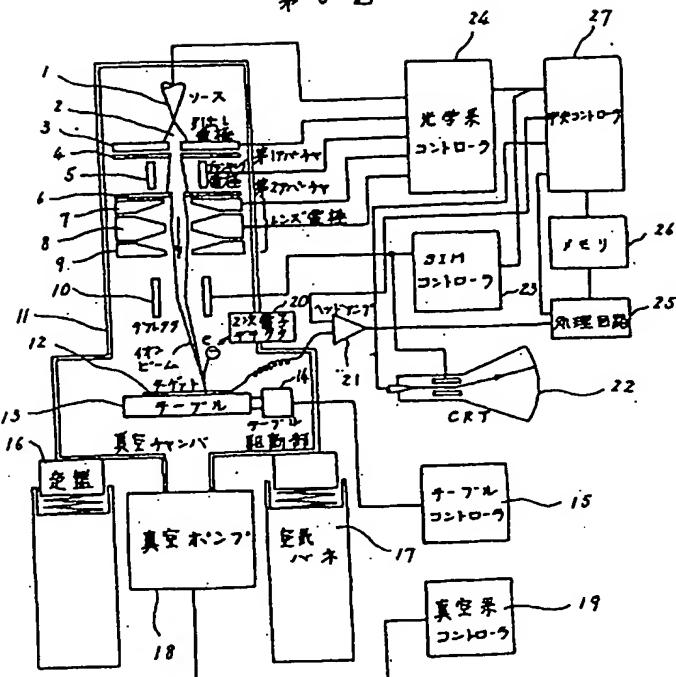
第 6 四



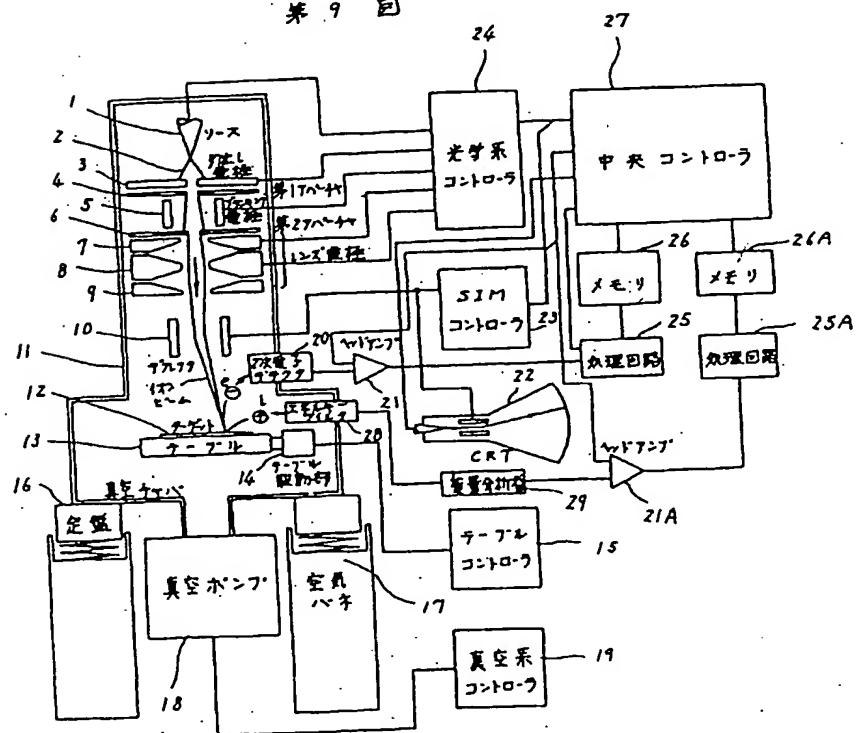
第 7 四



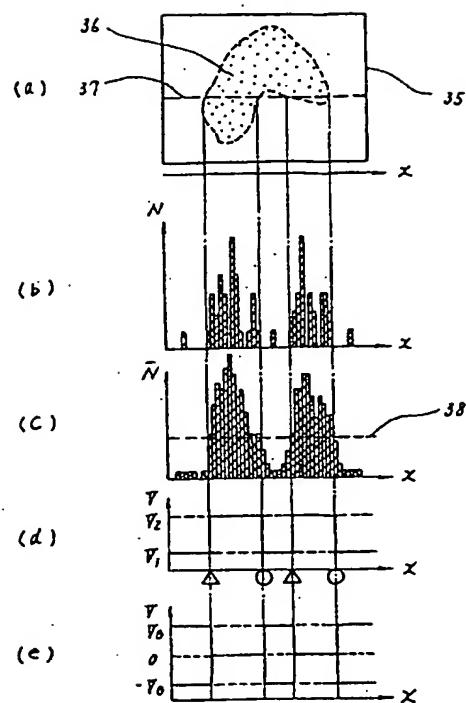
第 8 四



卷 9 四



第10図



第1頁の続き

②発明者 宮内 建興 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内